



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

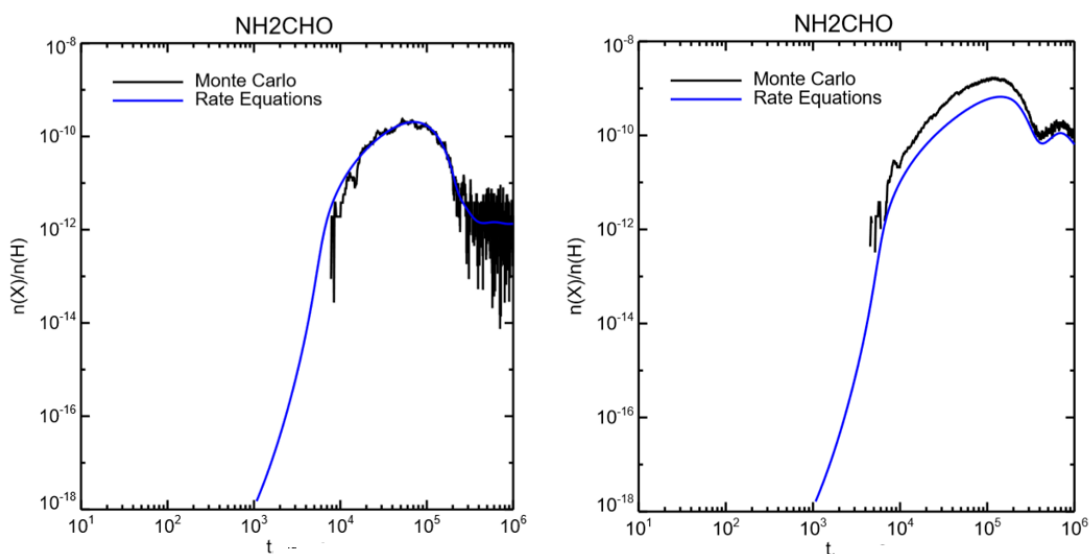
**Projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/213 “Starpzvaigžņu vides fizikāli ķīmisko procesu pētījumi”**

**Paveiktais laikā no 2018. gada maijam līdz 2018. gada jūlijam**

**1. darbība Starpzvaigžņu vides ķīmisko procesu modelēšana**

Šajā darbībā tiek modelēta tipiska tumšā miglāja (zvaigžņu dzimšanas vieta) ķīmiskā evolūcija. Lēš, ka organiskās un prebiotiskās molekulas izveidojas jau ļoti agrās protozvaigžņu attīstības stadijās. Ķīmiskām reakcijām uz sīku starpzvaigžņu graudu virsmām, kur vienlaikus var rasties tikai neliels atomu un molekulu skaits, potenciāli ir izšķiroša loma organisko molekulu veidošanās procesā. Šādos apstākļos tiek lietotas stohastiskās modelēšanas metodes. Izmantojot MONACO kodu, kas pilnībā ietver stohastisko Monte Karlo metodi, tiek simulēta ķīmiski reaģējošas sistēmas evolūcija. Iegūtie rezultāti tiek salīdzināti ar plaši lietoto deterministisko reakciju ātrumu modeli, kas dod vienkāršotu realitātes aprakstu.

Tiek aplūkoti divi gadījumi. Pirmajā gadījumā reakcijas uz virsmas ir lēnas, tad veidojās neliels skaits organisko molekulu. Šajā gadījumā (att.1, kreisajā pusē) uz formamida NH<sub>2</sub>CHO piemēra stohastiskais modelis un vienkāršotais reakciju ātruma modelis dod sakrītošus rezultātus. Otrajā gadījumā, kad virsmas reakcijas ir ātras, vienkāršotais reakciju ātruma modelis dod par 0.5-1.0 kārtu zemākus rezultātus (att. 2, labajā pusē). Rezultāti norāda stohastiska MONACO koda lietošanas nepieciešamību komplicēto organisko un prebiotisko molekulu evolūcijai protozvaigžņu mākoņos



Att. 1. NH<sub>2</sub>CHO relatīvās koncentrācijas evolūcija laikā t gados

MONACO programmas kods tika modificēts, radot iespēju kosmiskā putekļa mantijā apskatīt šāda tipa reakcijas: divu molekulu reakcijas, fotodisociācijas reakcijas, kosmisko

staru protonu jonizācijas reakcijas. Fotodisociācijas reakcijas mantijā ir svarīgas molekulāro mākoņu veidošanās procesa sākumā, jo tad mākonis ir caurspīdīgs un vairāk absorbē fotonus; vēlākajā stadijā, kad mākonis paliek tumšāks, tas vairs nespēj absorbēt tik daudz fotonu un dominē kosmisko staru protonu jonizācijas reakcijas.

Tika apskatīti divi gadījumi: 1) mantijas reakcijas bez fotodisociācijas un kosmisko staru protonu jonizācijas reakcijām 2) mantijas reakcijas ar fotodisociācijas un kosmisko staru protonu jonizācijas reakcijām. Simulācijas rezultāti pirmajā gadījumā būtiski neatšķiras no gadījuma, kad reakcijas mantijā nav ietvertas. Otrā modelī atšķirības ir ievērojamas. Fotodisociācijas reakcijas saskalda lielās molekulas un palielina efektīvo reaģentu skaitu.

## 2. darbība “Masas izplūdes no AMZ un pēc-AMZ zvaigznēm pētījumi”

**Apakšdarbības 2.1 “AMZ un pēc-AMZ zvaigžņu polarimetriski novērojumi”** ietvaros tika daļēji apgūta Eiropas Dienvidu observatorijas (*European Southern Observatory, ESO*) teleskopu *Very Large Telescope (VLT)* novērojumu datu pirmapstrādes sistēma *Reflex*. *ESO* galvenajā mītnē Garhingā pie Minhenes (Vācija) tika apmeklēta darba sanāksme, kuras ietvaros notika arī konsultācijas ar *ESO* speciālistiem par novērojumu pieteikumu sastādīšanu.

**Apakšdarbība 2.2 “Polarizēta starojuma pārnese modelēšana patvaļīgas formas apzvaigžņu gāzu-putekļu apvalkos”.** Augšminētajā sanāksmē *ESO* galvenajā mītnē iegūtās zināšanas par novērojumu datu pirmapstrādes sistēmu *Reflex* ļaus pārveidot gan jau *ESO* arhīvā esošos citu astronomu iegūtos datus, gan (cerams) šī projekta gaitā iegūtos datus tādā formātā, kas ir piemērots un ērts apzvaigžņu gāzu-putekļu apvalku teorētisko modeļu salīdzināšanai ar novērojumu datiem.

Izveidots matemātiski teorētiskais kodols polarizēta starojuma pārnese modelēšanai apzvaigžņu apvalkā ultravioletajā, optiskajā un ļoti tuvajā imfrasarkanajā diapazonā (izslēdzot policiklisko aromātisko ogļūdeņražu spektra līnijas un joslas). Veikta teorētiska analīze par starojuma pārnese procesa īpatnībām atkarībā no polidispersas vides efektīvās ekstinkcijas matricas un optisko dziļumu matricas komutācijas sakarībām. Uzrakstīti praktiskai statistiskai modelēšanai lietojami vienādojumi gadījumiem, ja ekstinkcijas matrica un optisko dziļumu matrica komutē, vai ja šo matricu komutatora nenulles locekļi tieši neskar starojuma intensitāti. Uzrakstīti vienādojumi izkliedes leņķu statistiskai modelēšanai makroskopiski izotropā spoguļsimetriskā vidē, un šo leņķu modelēšana sekmīgi īstenota atbilstošā datorprogrammā.

## 3. darbība “Molekulāro radiolīniju novērojumi”

Arī vasarā cītīgi turpinājās regulārie metanola māzeru novērojumi. Maijā un jūnijā veicām būtiskus uzlabojumus datu iegūšanas metodikā - esam pārgājuši uz t.s. frekvences maiņas metodi. Tās būtība ir, ka, lai iegūtu aparatūras trokšņu un debess starojuma pamatlīmeni no, kura tiek skaitīta uztverto spektrālo līniju amplitūda katrā frekvencē, uztvērēja frekvenču logs tiek nobīdīts ārpus spektrālo līniju frekvenču apgabala. Agrāk šim mērķim teleskops tika vienkārši novirzīts sānis no pētāmā avota. Analizējot iegūto datu kvalitāti, esam novērtējuši, ka māzera līniju intensitātes sistemātiskā relatīvā kļūda ir samazinājusies no 7,5% uz 4,5%. Bez tam būtisks ieguvums, izmantojot šo metodi, ir iespēja

māzerus bez pārtraukuma novērot ilgāk par 7 minūtēm, kas ļauj būtiski uzlabot vājāko māzera avotu spektru kvalitāti.

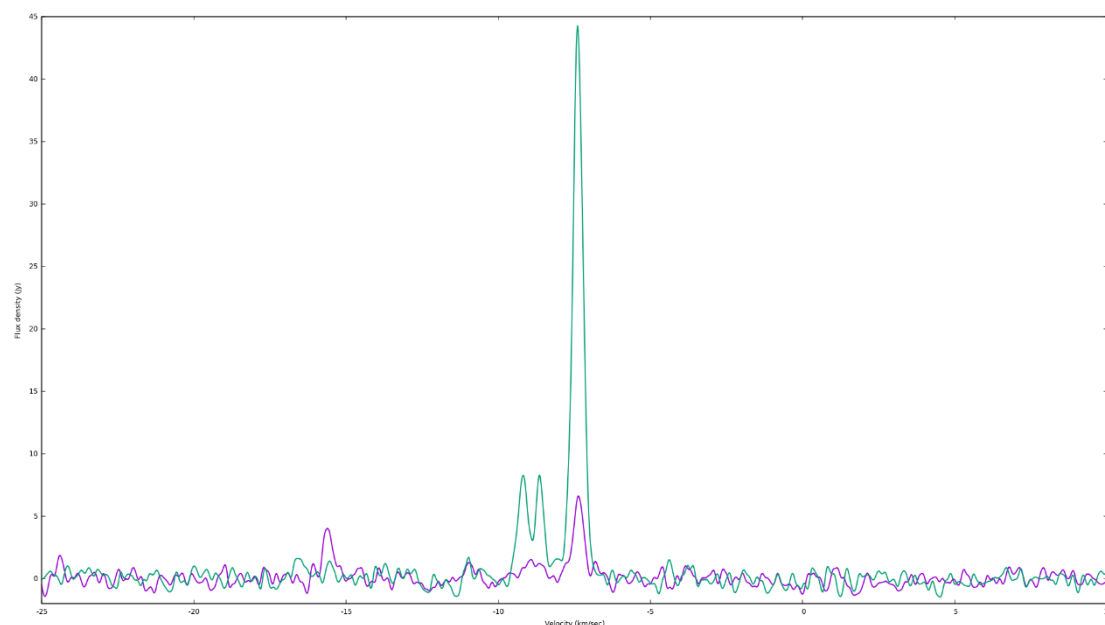
Ar frekvences maiņas metodi iegūto spektru reducēšanai tika izveidots jauns datorprogrammu kopums, kurš ir bez maksas un bez ierobežojumiem pieejams GitHub: <https://github.com/sklandrausis/DataProcessingForMaserObservation>

Lielākā daļa koda ir realizēta, izmantojot programmēšanas valodu Python3.6, kas ir astronomijas industrijas “standarts” (aptuveni 93% visa astronomijā lietotā koda ir rakstūrta Python).

Vasara arī aktīvi darbojāmiešs sadarbības projektu realizācijā, veicām sinhronizētus G107.298+5.639 novērojumus ar Puščinas observatoriju Krievijā un tuvā infrasarkanā starojuma observatoriju Krimā. Šos novērojumus koordinēja pasaulē atzīts kosmisko māzēru pētnieks Andrejs Soboļevs no Urālu Federālās Universitātes. Sadarbībai pieslēdzās arī Toruņas Radio Astronomiskā observatorija. Ir arī plašākas sadarbības ieceres: intensīvi un saskaņoti novērot jaunu zvaigžņu veidošanās apgabalus, kuru starojums ir labi novērojams vairākās elektromagnētisko viļņu diapazonos.

Šajā periodā ir aizvadītas 133 māzēru novērojumu sērijas, no kurām 50 tika lietota frekvences maiņas metode. Kopējais novērojumu stundu skaits bija 480 stundas, no kurām 300 bija ar frekvences maiņas metodi. Novērojumu stundu skaits ir audzis, jo jaunā metode gan ļauj veikt kvalitatīvākus novērojumus, bet par to jāmaksā – novērojumu dati jākrāj ilgāk.

Ar frekvences maiņas metodi iegūtie 3. un 6. jūlija G107.298+5.639 spektri redzami 2. attēlā. Tajā redzams, ka spektrs triju dienu laikā ir būtiski mainījies – avots ir kļuvis vājāks.



Att. 2. Ar frekvences maiņas metodi iegūtie 3. un 6. jūlija G107.298+5.639 spektri